

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-298066

(43)Date of publication of application : 11.10.2002

(51)Int.Cl.

G06F 19/00

G06F 17/60

(21)Application number : 2001-096701

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 29.03.2001

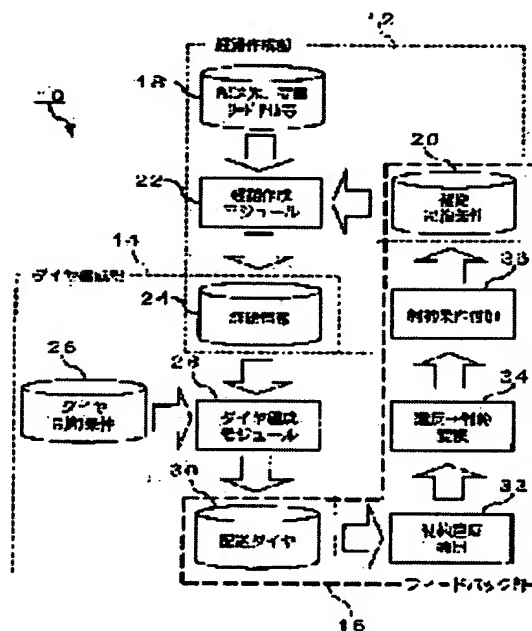
(72)Inventor : HATANAKA HIROYUKI

## (54) TRANSPORTATION PLANNING DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To efficiently plan delivering articles from a delivery source to multiple delivery destinations via multiple routes and multiple deliveries.

**SOLUTION:** The delivery route is prepared based on conditions such as destinations, types and amount of the articles to be delivered, and starting times of the deliveries (route preparation part 12). The prepared routes are combined and delivery vehicles are assigned thereto (schedule arrangement part 14). The arranged schedules are determined whether or not the starting time of each delivery is observed and those not observed are extracted. A variable quantity of the operation time of each route is found so that the starting time is observed. The operation time of each route is corrected based on the variable quantity, which is set to constraints (feedback part 16). The route preparation part 12 prepares the delivery route again by adding the constraints thereto.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-298066  
(P2002-298066A)

(43) 公開日 平成14年10月11日 (2002. 10. 11)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード* (参考)
G 0 6 F 19/00	1 2 0	G 0 6 F 19/00	1 2 0
17/60	1 1 2	17/60	1 1 2 Z
	1 1 4		1 1 4

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2001-96701(P2001-96701)

(22) 出願日 平成13年3月29日 (2001. 3. 29)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 畑中 弘之

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100075258

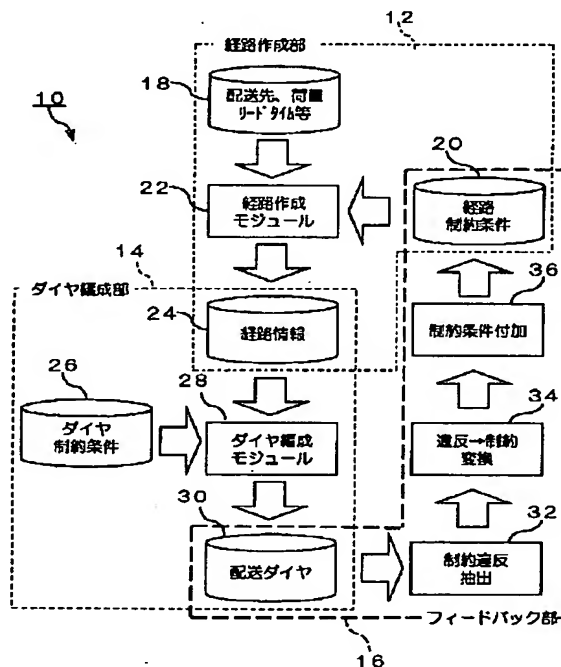
弁理士 吉田 研二 (外2名)

(54) 【発明の名称】 輸送計画立案装置

(57) 【要約】

【課題】 配送元より複数の配送先へ、複数の経路、複数の便によって物品を配送する計画を効率よく立案する。

【解決手段】 配送先、配送物品の種類および量、配送便の出発時刻などの条件に基づき、配送経路の作成を行う（経路作成部12）。作成された経路を組み合わせ、これに配送用の車両を割り当てる（ダイヤ編成部14）。編成されたダイヤに対して、それぞれの配送便の出発時刻が遵守されているかを判断し、されていない便を抽出する。この出発時刻が守られるようにするための、各経路の運行時間の変更量を求める。この変更量に基づき、各経路の運行時間を修正し、これを制約条件とする（フィードバック部16）。この制約条件を付加して、経路作成部12にて再度配送経路の作成を行う。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 配送元から複数の配送先に物品を複数回輸送する計画を立案する装置であって、車両により前記配送先のいくつかを経由する経路に従って物品を配送する配送便を複数回仕立てて、輸送計画を立案する輸送計画立案装置であり、

あらかじめ設定された配送便出発から配送先到着までの時間を制約条件に含む所定の条件に基づき、前記経路を作成する経路作成部と、

前記作成された経路をあらかじめ設定された固定または相対の配送便出発時間帯制約に従い組み合わせ、これを前記車両に割り付け配車を行うダイヤ編成部であって、この割り付けによって前記配送便の前記経路と前記車両が定められる、ダイヤ編成部と、

前記ダイヤ編成部により定められた前記各配送便の出発時刻と、当該配送便の属する前記配送便出発時間帯との差である出発時間差に基づき、前記経路ごとの運行時間の変更量を求める運行時間変更量算出部と、

前記運行時間の変更量に基づき前記経路ごとの運行時間を修正し、これを前記経路作成部の経路作成における制約条件として付加する、制約条件付加部と、を有し、前記経路作成、前記ダイヤ編成、前記運行時間の変更量の算出および制約条件付加を繰り返して輸送計画を立案する、輸送計画立案装置。

【請求項2】 請求項1に記載の輸送計画立案装置において、前記運行時間変更量算出部は、後続の各配送便ごとの前記出発時間差を解消することができる前記経路ごとの運行時間偏差を想定し、前記各経路ごとの運行時間偏差の総和が最大となる当該運行時間偏差を算出し、この運行時間偏差に対し所定の係数を乗じて前記運行時間の変更量を算出する、輸送計画立案装置。

【請求項3】 配送元から複数の配送先に物品を複数回輸送する計画を立案する装置としてコンピュータを動作させるプログラムであって、車両により前記配送先のいくつかを経由する経路に従って物品を配送する配送便を複数回仕立てて、輸送計画を立案する輸送計画立案プログラムであり、コンピュータを、

あらかじめ設定された配送便出発から配送先到着までの時間を制約条件に含む所定の条件に基づき、前記経路を作成する経路作成部と、

前記作成された経路をあらかじめ設定された固定または相対の配送便出発時間帯制約に従い組み合わせ、これを前記車両に割り付け配車を行うダイヤ編成部であって、この割り付けによって前記配送便の前記経路と前記車両が定められる、ダイヤ編成部と、

前記ダイヤ編成部により定められた前記各配送便の出発時刻と、当該配送便の属する前記配送便出発時間帯との差である出発時間差に基づき、前記経路ごとの運行時間の変更量を求める運行時間変更量算出部と、

前記運行時間の変更量に基づき前記経路ごとの運行時間

を修正し、これを前記経路作成部の経路作成における制約条件として付加する、制約条件付加部と、として機能させ、

前記経路作成、前記ダイヤ編成、前記運行時間の変更量の算出および制約条件付加を繰り返して輸送計画を立案する、コンピュータプログラム。

【請求項4】 配送元から複数の配送先に物品を複数回輸送する計画を立案する方法であって、車両により前記配送先のいくつかを経由する経路に従って物品を配送する配送便を複数回仕立てて、輸送計画を立案する輸送計画立案方法であり、

あらかじめ設定された配送便出発から配送先到着までの時間を制約条件に含む所定の条件に基づき、前記経路を作成するステップと、

前記作成された経路をあらかじめ設定された固定または相対の配送便出発時間帯制約に従い組み合わせ、これを前記車両に割り付け配車を行うステップであって、この割り付けによって前記配送便の前記経路と前記車両が定められる、ステップと、

前記ダイヤ編成部により定められた前記各配送便の出発時刻と、当該配送便の属する前記配送便出発時間帯との差である出発時間差に基づき、前記経路ごとの運行時間の変更量を求めるステップと、

前記運行時間の変更量に基づき前記経路ごとの運行時間を修正し、これを前記経路作成部の経路作成における制約条件として付加する、ステップと、を有し、

前記経路作成、前記ダイヤ編成、前記運行時間の変更量の算出および制約条件付加の各ステップを繰り返して輸送計画を立案する、輸送計画立案方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、配送元から複数の配送先に物品を輸送する計画を立案する装置に関し、特に、前記配送先のいくつかを経由する経路に従って車両を用いて物品を配送する配送便を、複数回仕立てる計画を立案する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】配送元から複数の配送先に物品を輸送する計画を立案する装置が従来より提案されている。配送先のいくつかを経由して配送元に戻る経路を複数種類作成し、複数の車両でこの経路を複数回運行して、所定数、所定種類の物品を、所定の配送先に配送する。このとき、所定の物品が所定の配送先に定められた時間に配送されるように、配送車両が運行していない時間が少なくなるように、などの要求を満たすように輸送計画が立案される。このような計画を立案するシステムが例えば特開平8-171544号公報に開示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】輸送計画の作成において、配送先、配送回数が増加すると計算量が膨大とな

る。本発明は、少ない計算量で、効率的な車両の運行を行う計画を作成できるようにすることを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は、複数の配送用の車両を複数回用いて、配送元から複数の配送先に物品を複数回輸送する計画を立案する装置である。以下、配送用の車両が、配送元より複数の配送先を経由して配送元に戻るまで道順を経路と呼ぶ。また、配送先に物品を配送するために配送用車両が一つの経路を1回運行する場合、運行のことを配送便と呼ぶ。

【0005】配送便が配送元を出発する時刻は、便ごとに所定の固定または相対の時間帯に定められている。第1便が出発しそれぞれ定められた経路を運行して配送元に戻り、再度物品を搭載し、別の便として出発する。

【0006】作成された経路を組み合わせ、これに配送用の車両を割り付けてダイヤを作成する。これにより、配送便の車両と経路が定められる。このダイヤにおける各配送便の出発時刻が、前記各配送便のあらかじめ定められた出発時間帯に入らない場合、この出発時刻と出発時間帯の時間差を求めこの時間差から、経路ごとの運行時間を変更する運行時間変更量の算出を行う。この運行時間変更量は、例えば、同一の車両に属する後続の配送便の出発時間差を解消することができるように、各経路ごとの運行時間偏差を想定し、この各経路ごとの運行時間偏差の総和が最大となるように運行時間偏差に対し、例えば線形計画法を用いて求め、所定の係数を乗じて算出することができる。この運行時間変更量に基づき各経路の運行時間を変更し、この変更された運行時間を前記経路作成にあたっての制約条件としてフィードバックする。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態（以下実施形態という）を、図面に従って説明する。本実施形態は、新規に製造された商品としての補給部品（以下商品と記す）を地域拠点から販売店、修理工場、部品商に配送するダイヤを編成する装置である。

【0008】図1には、拠点Pと、この拠点から商品が分配される10店の販売店S1～S10が示されている。この10店の販売店に対し、各3回商品を配送する計画は、その順序の数だけでも（10×3）の階乗個存在する。実際に計画を立案する際には、全ての順列について計算を行うわけではないが、販売店数、配送回数の増加に対応して、処理時間は増大する。また、図1に示すように、商品を配送する車両T1～T3は、実際には、所定の経路A、B、Cをまわって配送を行うが、前述のような単純な順列の計算を行う場合、経路の条件を適用しにくい。図1でいえば、1回目の配送（P-S1-S2-S3-P）と、2回目の配送（P-S1-S2-S3-S4-P）のように便により同一でない経路も、前記の順列の中に含まれるが、これは明らかに無駄

である。しかし、このような順列を初めから排除するための条件設定はさほど単純ではない。

【0009】そこで、本実施形態においては、まず拠点Pから各配送先への配送回を1回とし、その条件で配送順の最適化処理を行うことにより、経路を作成する。作成された経路を分割できないものとして扱う。その結果、前述のような便により同一でない経路については、排除される。

【0010】図2には、拠点Pの出発時間帯が定まっている場合のダイヤの一例が示されている。各配送用の車両T1～T3の最初の便（第1便）は、出発時間帯D1の間に拠点Pを出発する。車両T1～T3が拠点Pに戻り2回目（第2便）に出発する時刻は時間帯D2内に定められ、同様に3回目（第3便）も時間帯D3内に出発するように定められる。ここで、図2は、固定の出発時間帯D1～D3が、車両T1～T3に等しく適用される場合であるが、出発時間帯は車両ごとに設定されていてもよい。さらに固定時刻の必要もなく、例えば同一経路の便の間隔や特定の配送便間の間隔といった相対時間でもよい。さて、図2においては、各便において出発時刻が必ずしも遵守されているわけではない。この違反の修正については後述する。第1便において、車両T1は、経路Aを回る配送便に割り当てられている。同様に、第1便において、車両T2は経路Bに、車両T3は経路Cに割り当てられる。第2便においては、車両T1、T2の経路が第1便とは入れ替わっている。なお、各便における、経路A、B、Cの運行時間TA、TB、TCは経路ごとに一定である。

【0011】図3は、図2に示されるようなダイヤ編成を行う輸送計画立案装置10の構成ブロック図である。輸送計画立案装置10は、経路を作成する経路作成部12と、作成された経路を組み合わせ、配送車両を割り当ててダイヤ編成を行うダイヤ編成部14と、ダイヤ編成を行った結果、制約条件の違反を修正するように、前記経路作成部12に対して条件を付加するフィードバック部16を有している。経路作成部12は、図1に示すように、拠点Pを出発し、いくつかの販売店を経由して拠点Pに戻るいくつかの経路A、B、Cを作成する。ダイヤ編成部14は、作成された経路A、B、Cを組み合わせ、この組み合わせに対して配送用の車両T1～T3を割り当てて図2に示すようなダイヤ編成を行う。フィードバック部16は、図2にて守られていない条件、すなわち各配送便の出発時刻についての条件を知らせるようになるため、経路作成部12に対してフィードバックをかける。

【0012】経路作成部12は、配送先すなわち販売店の所在地、販売店ごとに届ける物品の種類や量、使用できる配送車両の種類、拠点Pを出発してから配送先に到着する間での時間（リードタイム）などの条件を記憶する配送条件記憶部18を有している。また、配送に際し

て制約となる条件を記憶する経路制約条件記憶部20も有している。この制約条件としては、荷物の積み降ろしのために、十分長い時間配送用の車両を停車させておく場所が販売店近傍にない場合など、一つの販売店に対する荷下ろしの作業時間の許容時間などがある。この配送条件、制約条件に基づき、経路作成モジュール22は、評価関数を用いて各経路の評価を行い経路の算出を行う。算出された経路およびこれに関する情報が、経路情報記憶部24に記憶される。経路に関する情報としては、例えばその経路の運行に要する時間などがある。

【0013】ダイヤ編成部14は、ダイヤ編成を行う場合の制約条件（時間制限、車両制限）を記憶するダイヤ制約条件記憶部26を有している。この制約条件と、前記経路情報に基づきダイヤ編成モジュール28にて、評価関数を用いて経路の組み合わせによるダイヤが編成される。編成されたダイヤが配送ダイヤ記憶部30に記憶される。配送ダイヤの例が、図2に示すダイヤである。

【0014】前述のように、図2において、各便の出発時刻は、必ずしも出発時間帯D1～D3内に納まっていない。これは、経路作成やダイヤ編成における制約条件等を緩く設定し、ある程度の違反は許容するように構成しているためである。これにより、解を得られない、または得るのに多大な時間を要するなどの問題が生じないようにしている。そして、発生した違反は、フィードバック部16の作用により、解消または減少するようにする。フィードバック部16においては、制約違反、この場合は出発時刻の違反を抽出し（違反抽出部32）、この違反から新たな制約条件を作成し（制約条件作成部34）、これを制約条件に付加する（制約条件付加部36）。この新たな制約条件の作成については、後述する。そして、新たに作成された制約条件に基づき、再度経路作成を行う。

【0015】フィードバック部16の機能について、図2のダイヤ編成を用いて詳細に説明する。図2において、車両T1では第2便の出発時刻は、出発時間帯D1よりも時間TLBだけ遅れている。したがって、車両T1の第1便の経路である経路Aの運行時間TAは、少なくとも時間TLBより短く変更する必要がある。この変更量をdAとおく。よって、変更量dAは、次式を満たすべきである。なお、変更量dAの符号は、運行時間TAを延長する場合が正、短縮する場合が負となる。

【0016】

【数1】 $dA \leq -TLB$  (1)

【0017】車両T1の第3便については、遅れが時間TLCだけあり、違反が発生している。この遅れは、第1便、第2便の遅れが積算して生じているものであるから、第1便の経路である経路A、第2便の経路である経路Bの運行時間TA、TBの和が少なくとも時間TLCだけ短く変更する必要がある。運行時間TAの変更量は、

前述のようにdAであり、同様に運行時間TBの変更量をdBとおけば、変更量dA、dBと、遅れ時間TLCの関係は、次式で表される。

【0018】

【数2】 $dA + dB \leq -TLC$  (2)

【0019】車両T2については、第1便から第2便の間に、待ち時間TWEが発生しているが違反はない。違反を発生させない条件の下では、経路Bの運行時間TBは、待ち時間TWEと出発時間帯D2の幅を加えた時間まで延長することが可能となる。この変更量は、経路Bの運行時間TBは、どの便においても等しいので、車両T1で想定したdBである。変更量dBは、次式を満たす必要がある。

【0020】

【数3】 $dB \leq TWE + D2$  (3)

【0021】さらに、車両T2の第3便の出発時刻に遅れ時間TLDが生じている。これより、次式の関係が満たされる必要がある。

【0022】

【数4】 $dA + dB \leq -TLD$  (4)

【0023】車両T3についても、出発時刻の違反はないが、車両T2の場合と同様に延長可能な時間は次のようになる。

【0024】

【数5】 $dC \leq TUF$  (5)

$2dC \leq TUG$  (6)

【0025】上記(1)～(6)の6式より、連立不等式ができる。この連立不等式の解は、一意に求まらないが、前述の変更量dA、dB、dCの総和が最大となる値を解とする。このときの変更量dA、dB、dCに対し、所定のフィードバックゲインaを乗じ、各経路A～Cの運行時間に加算する。すなわち、経路運行時間をそれぞれ以下のように定め、これを新たな制約条件とする。

【0026】

【数6】経路A  $TA + a \cdot dA$

経路B  $TB + a \cdot dB$

経路C  $TC + a \cdot dC$

【0027】この制約条件を付加して、再度経路作成を行う。

【0028】以上の、経路作成、ダイヤ編成、フィードバックを、違反が無くなるか、または違反が許容できる程度に収まるまで繰り返す。図1および図2に示す例においては、経路Aの運行時間が長く、経路Bの運行時間が短いので、例えば、販売店S4は、経路Aでなく経路Bに属するように変更される。この場合、経路は例えば図1中の破線のようになる。

【0029】図2においては、経路数が3、車両数が3の場合について説明したが、より多くなった場合についても、式(1)～(6)と同様の連立不等式を作成する

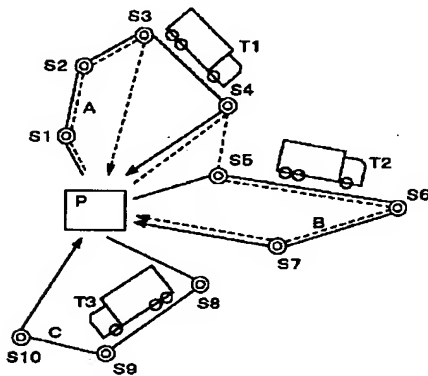
ことができる。そして、変更量 $d_i$  ( $i = A, B, C, \dots$ )の総和 $\sum d_i$ が最大となるような変更量の組み合わせを線形計画法などを用いて求め、これに基づき制約条件を作成することができる。

【0030】本実施形態の輸送計画立案装置10は、具体的には、図3に示す各構成の機能を達成するように、所定のプログラムに従ってコンピュータを動作させることにより実現される。なお、本実施形態の経路作成モジュール22、ダイヤ編成モジュールは、市販の物流シミュレーションソフトを用いることが可能である。

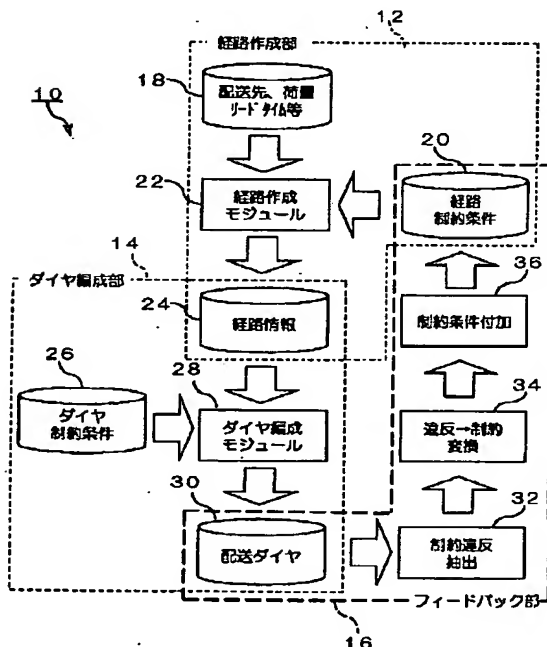
【図面の簡単な説明】

【図1】 輸送経路の例を示す図である。

【図1】



【図3】



\*【図2】 編成されたダイヤの例を示す図である。

【図3】 本実施形態の輸送計画立案装置の概略構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

10 輸送計画立案装置、12 経路作成部、14 ダイヤ編成部、16 フィードバック部、A, B, C 経路、P 拠点(配送元)、S1~S10 販売店(配送先)、T1~T3 配送用の車両、D1~D3 出発時間帯、TA, TB, TC 経路の運行時間、TLB, TLC, TLD 遅れ時間、TWE 待ち時間、dA, dB, dC 運行時間の変更量。

\*

【図2】

